

Konsystencje oraz stany gruntów spoistych

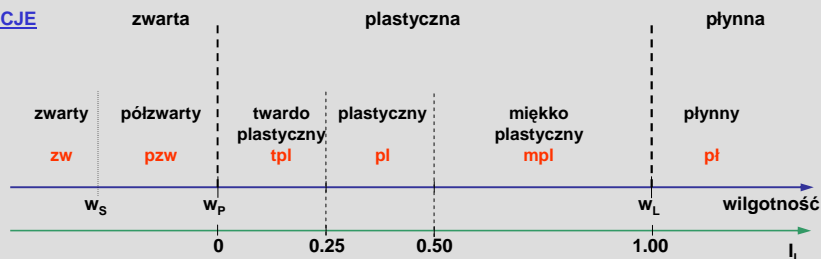
KONSYSTENCJE

zwarta

plastyczna

plynna

STANY



Stopień plastyczności:

$$I_L = \frac{w_n - w_p}{w_L - w_p}$$

Wskaźnik plastyczności:

$$I_p = w_L - w_p$$

1

Konsystencje oraz stany gruntów spoistych

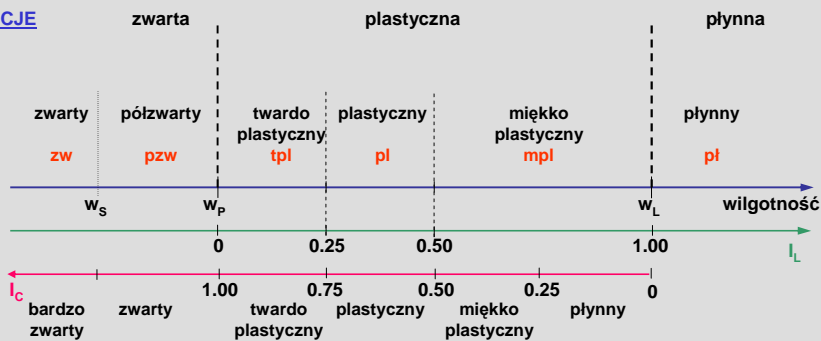
KONSYSTENCJE

zwarta

plastyczna

plynna

STANY



Wskaźnik konsystencji:

$$I_C = \frac{w_L - w_n}{I_p}$$

2

Podział gruntów pod względem spoistości

Wskaźnik plastyczności [%]	Spoistość (rodzaj gruntu)
$I_p \leq 1$	niespoisty
$1 < I_p$	spoisty :
$1 < I_p \leq 10$	mało spoisty
$10 < I_p \leq 20$	średnio spoisty
$20 < I_p \leq 30$	zwięzły spoisty
$30 < I_p$	bardzo spoisty

3

Rodzaje gruntów spoistych

	Rodzaj gruntu	Symbol	f_p	f_n	f_i	
Grunty spoiste	piasek gliniasty	Pg	60-98	0-30	2-10	mało spoiste $I_p = 1-10\%$
	pył piaszczysty	mp	30-70	30-70	0-10	
	pył	π	0-30	60-100	0-10	
	glina piaszczysta	Cp	50-90	0-30	10-20	średnio spoiste $I_p = 10-20\%$
	glina	G	30-60	30-60	10-20	
	glina pylasta	Gr	0-30	30-90	10-20	
	glina piaszczysta zwięzła	Cpz	50-80	0-30	20-30	zwięzły spoiste $I_p = 20-30\%$
	glina zwięzła	Gz	20-50	20-50	20-30	
	glina pylasta zwięzła	Grz	0-30	50-80	20-30	
	ił piaszczysty	Ip	50-70	0-20	30-50	Bardzo spoiste $I_p > 30\%$
	ił	I	0-50	0-50	30-100	
	ił pylasty	Ir	0-20	50-70	30-50	

4

Granice konsystencji gruntów spoistych (cechy Atterberga)

Granica plastyczności (w_p) jest to wilgotność jaką ma grunt na granicy stanu półzwartego i twardoplastycznego. Przy tej wilgotności waleczek gruntu, podczas jego waleczkowania na dłoni, pęka po osiągnięciu średnicy 3 mm lub podniesiony za jeden koniec rozpada się na części.

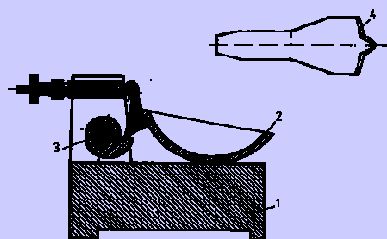
Granica płynności (w_L) nazywa się wilgotność gruntu na granicy stanu miękkoplastycznego i płynnego. Przyjmuje się, że granicy płynności odpowiada wilgotność gruntu, przy której bruzda wykonana w paście gruntowej umieszczonej w miseczce aparatu Casagrande'a, łączy się na długości 10 mm i wysokości 1 mm przy 25-tym uderzeniu miseczki o podstawę aparatu, w warunkach oznaczania określonych normą PN-88/B-04481.

Granica skurczalności (w_s) nazywa się wilgotność gruntu na granicy stanu zwartego i półzwartego, przy której grunt pomimo dalszego suszenia nie zmniejsza swojej objętości i jednocześnie zaczyna zmieniać barwę na powierzchni na odcień jaśniejszy.

5

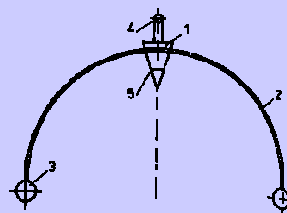
Przyrządy do oznaczania granicy płynności

Aparat Casagrande'a



- 1 - podstawa
- 2 - miseczka na grunt
- 3 - korbka
- 4 - rylec płaski

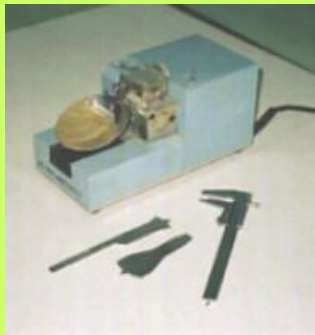
Stożek Wasiliewa



- 1 - stożek
- 2 - łuk
- 3 - kulki wyważające
- 4 - uchwyt
- 5 - kreska odpowiadająca głębokości zanurzenia stożka przy granicy płynności

6

Aparat Casagrande'a



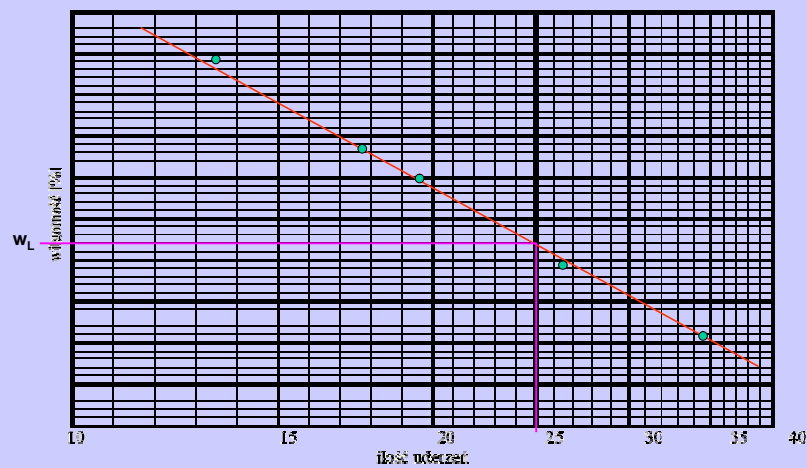
Widok ogólny



Miseczka z gruntem

7

Wyznaczenie granicy płynności na podstawie badań w aparacie Casagrande'a



8

Stany zagęszczenia gruntów niespoistych

Stopień zagęszczenia - definicja

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{r_{d\max} \cdot r_d - r_{d\min}}{r_d \cdot r_{d\max} - r_{d\min}}$$

Podział gruntów niespoistych ze względu na zagęszczenie

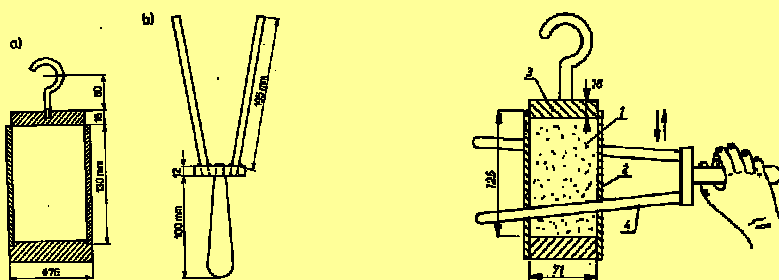
PN-86/B-02480

$0 < I_D \leq 0.33$	- luźny
$0.33 < I_D \leq 0.67$	- średnio zagęszczony
$0.67 < I_D \leq 0.80$	- zagęszczony
$0.80 < I_D \leq 1.00$	- bardzo zagęszczony

EN ISO 14688-1

$0 < I_D \leq 0.15$	- bardzo luźny
$0.15 < I_D \leq 0.35$	- luźny
$0.35 < I_D \leq 0.65$	- średnio zagęszczony
$0.65 < I_D \leq 0.85$	- zagęszczony
$0.80 < I_D \leq 1.00$	- bardzo zagęszczony

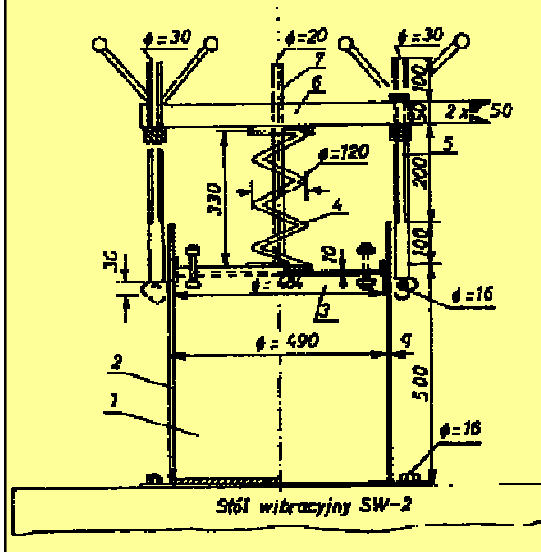
Przyrządy do oznaczania stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych



a - cylinder metalowy z tłoczkiem (pokrywą)
b - widełki wibracyjne

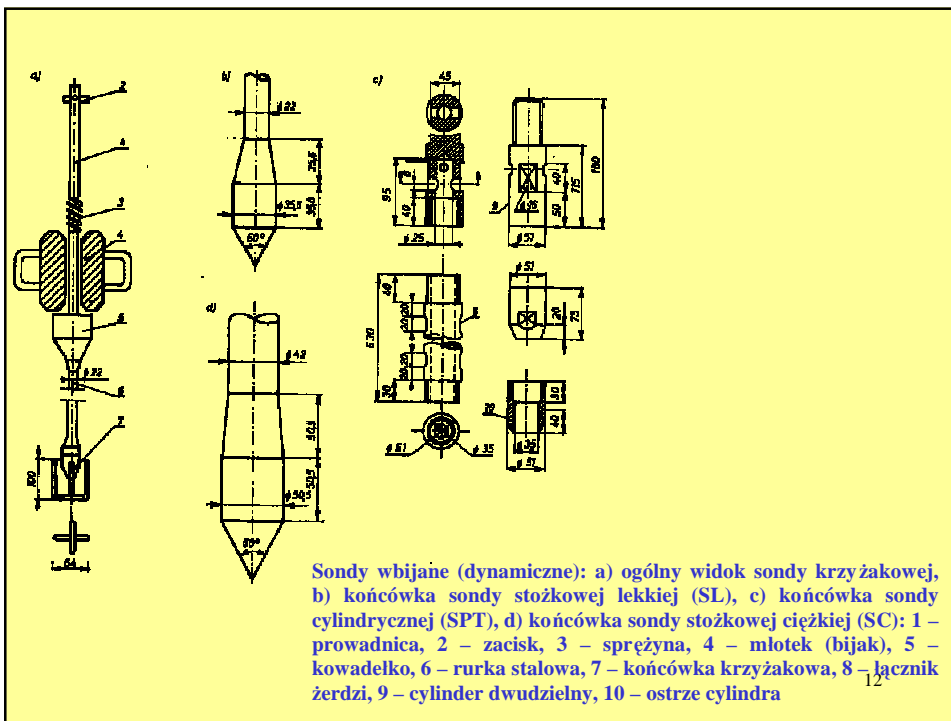
1 - grunt niespoisty
2 - cylinder stalowy
3 - tłoczek stalowy
4 - widełki wibracyjne

Wielkowymiarowy przyrząd do oznaczania stopnia zagęszczenia gruntów gruboziarnistych



- 1 - grunt niespoisty
- 2 - cylinder
- 3 - płyta (pokrywa) stalowa
- 4 - sprężyna dociskająca
- 5 - śruba
- 6 - belka oporowa
- 7 - prowadnica sprężyny z podziałką

11



Sondy wbijane (dynamiczne): a) ogólny widok sondy krzyżakowej, b) końcówka sondy stożkowej lekkiej (SL), c) końcówka sondy cylindrycznej (SPT), d) końcówka sondy stożkowej ciężkiej (SC): 1 – prowadnica, 2 – zacisk, 3 – sprężyna, 4 – młotek (bijak), 5 – kowadełko, 6 – rurka stalowa, 7 – końcówka krzyżakowa, 8 – łącznik żerdzi, 9 – cylinder dwudzielny, 10 – ostrze cylindra

Charakterystyczne parametry sond wbijanych

Typ sondy	Wpęd [cm]	Średnica [mm]		Ciężar bijaka [N]	Spad [m]	Ciężar zerdzi [N]	Ciężar kowadła [N]
		stożka	żerdzi				
SL	10	35.6	22	100	0.5	25	60
SC	20	50.5	32	650 ± 20	0.75 ± 0.02	63	160
ITB	10	stożek ϕ 35.6 lub krzyżak prosty 64x130 trapezowy 64x171		200	0.25	25	135 ± 5
SPT	30	ϕ cylindra 51	32	630 ± 20	0.75 ± 0.02	63	160

13

Zależność stanów gruntu od wyników sondowania według PN-81/B-03020 i PN-86/B-02480

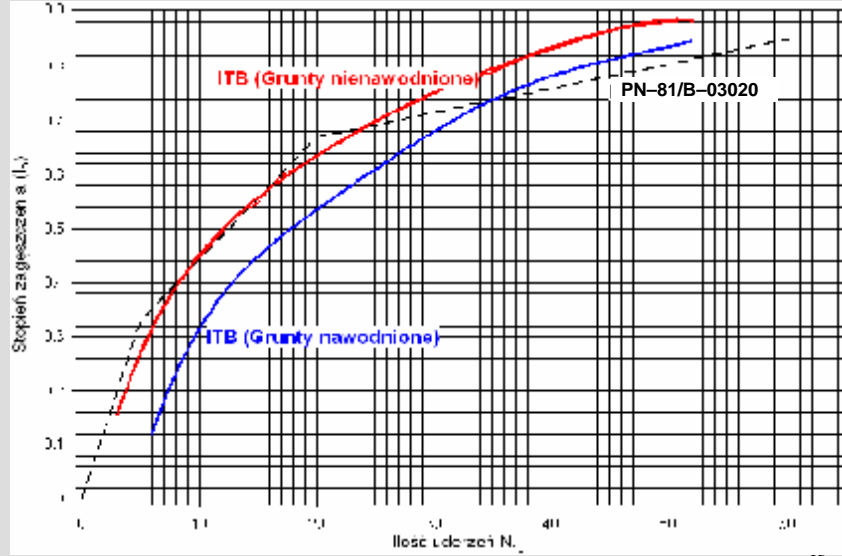
Stopień zagęszczenia I_D gruntów niespoistych	0.33	0.67	0.85 (0.80)
Liczba uderzeń: sondy lekkiej (SL) na 10 cm wpędu – N_{10}	5 (5)	20 (22)	60 (50)
sondy (ITB-ZW) na 10 cm wpędu – N_{10}	6	18	30
sondy ciężkiej (SC) na 20 cm wpędu – N_{20}	8 (3)	25 (13)	45 (30)
sondy cylindrycznej na 30 cm wpędu – N_{30}	10 (3)	30 (20)	50 (40)

Stopień plastyczności I_L gruntów spoistych	0.0	0.25	0.50
Liczba uderzeń sondy cylindrycznej (SPT) na 30 cm wpędu – N_{30}	15	8	4

Uwaga: w nawiasach podano wartości wg PN-86/B-02480 (odnoszą się one dla $U < 3$).

14

**Zależność stopnia zagęszczenia gruntu od ilości uderzeń N_{10}
na podstawie PN-81/B-03020 oraz badań ITB**



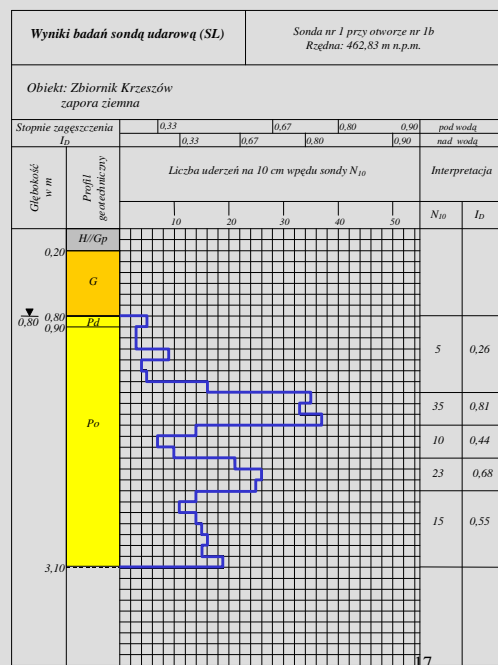
**KARTA DOKUMENTACYJNA
OTWORU GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIEGO**

Otwór nr 1 - Józefków Rzędna 154,30 m n.p.m.

Głębokość naw. i ustal. zw. wody	SKALA 1 : 25	PROFIL LITOLO- GICZNY	Przełot warstw	OPIS MAKROSKOPOWY			Straty- grafia
				RODZAJ GRUNTU	Wilgot- ność	STAN	
0,20			0,20	Nasyt - humus H, gleba orna			
			0,50	Namul N, glina pylasta Gπ, ciemnoszara		plastyczny	
			0,70	Glina pylasta Gπ, żółto-szara		plastyczna	
			0,90	Glina pylasta Gπ, żółto-szara		twardoplas- tyczna	
			1,10	Pyl piaszczysty Itp, żółty			
			1,40	Piasek średni Ps, żółto-rdzawy			zagęszcz.
			2,00				
			2,50	Glina pylasta Gπ, rdzawo-szara		twardoplas- tyczna	
			2,70				
3,00							

16

Przykład karty dokumentacyjnej sondowania sondą udarową wraz z interpretacją wyników sondowania

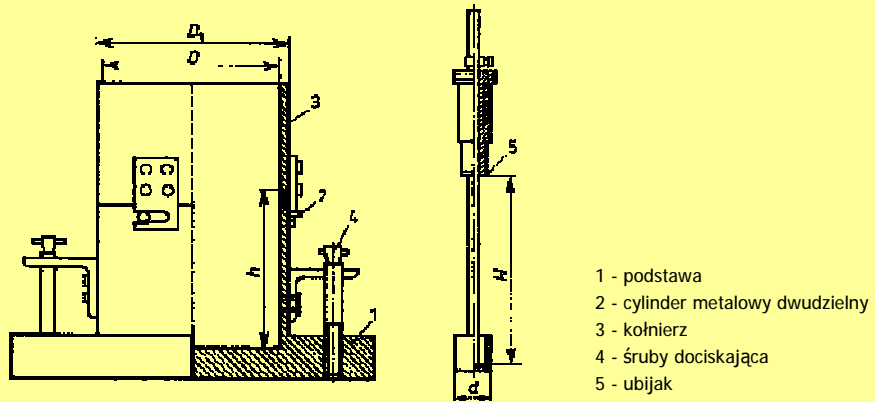


Zagęszczalność gruntów

Skutki zagęszczenia gruntu:

- Zmniejszenie porowatości
- Zmniejszenie ściśliwości
- Zmniejszenie osadań podłoża
- Zmniejszenie wodoprzepuszczalności
- Zwiększenie wytrzymałości

Schemat aparatu (Proctora) do badań zagęszczalności gruntów



19

Aparat Proctora



Widok ogólny



Cylindry i ubijaki

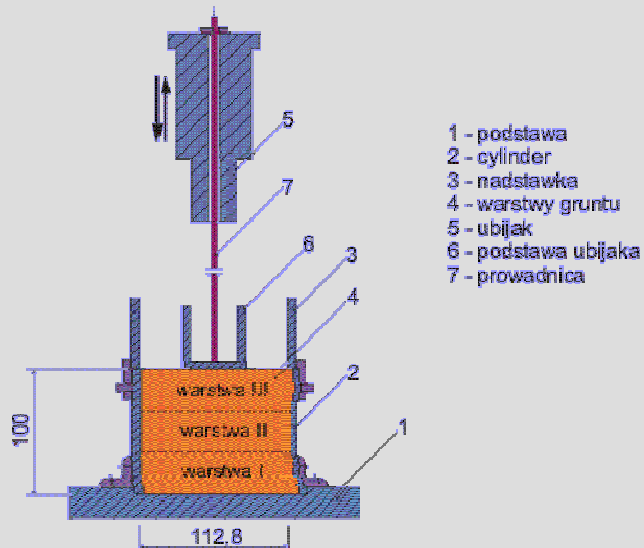
20

Charakterystyczne dane dotyczące metod i aparatury do badań zagęszczalności gruntów

Metoda	Masa ubijaka, kg	Wysokość opadania H, cm	Liczba warstw	Liczba uderzeń na warstwę	Średnica cylindra, h, mm	Wysokość cylindra, h, mm	Objętość próbki, dm ³	Maksymalna średnica ziarn, mm	Ilość energii na 1 cm ³ J	Nazwa metody wg. normy [29]
Normalna	2.5	32	3	25	112.8	100	1.0	6	0.59	I
				55	152.4	120.6	2.2	10	0.59	II
Zmodyfikowana	4.5	48	5	25	112.8	100	1.0	6	2.65	III
				55	152.4	120.6	2.2	10	2.65	IV

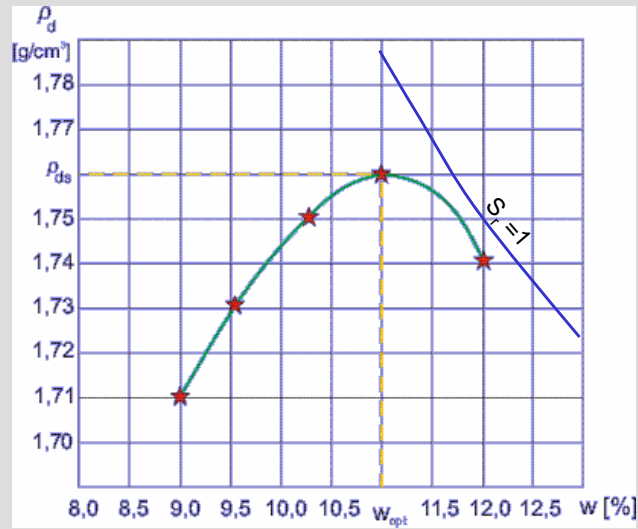
21

Zagęszczanie gruntu w cylindrze



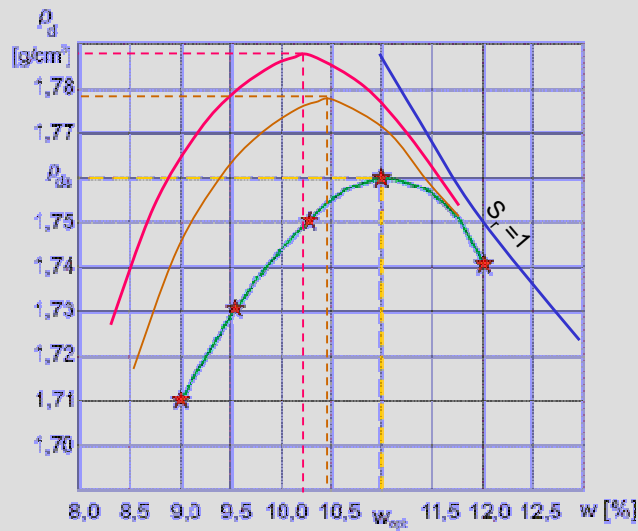
22

Krzywa zagęszczalności (zależność ρ_d od wilgotności)



23

Krzywe zagęszczalności dla różnych energii zagęszczania



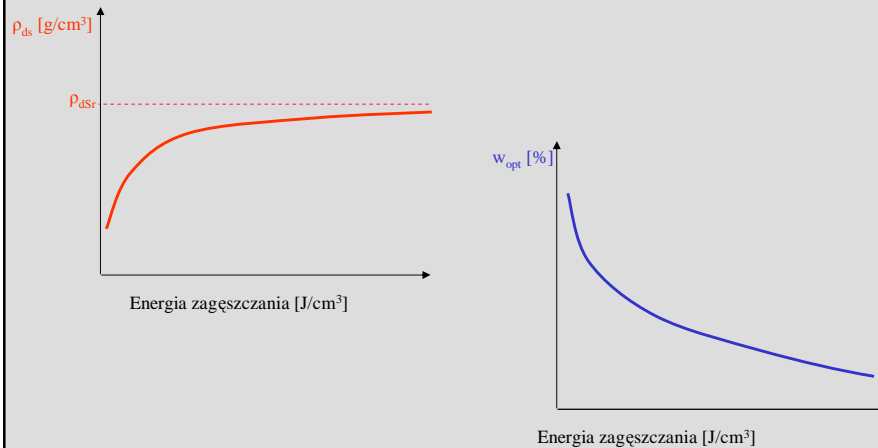
$$E_3 > E_2 > E_1$$

$$\rho_{ds3} > \rho_{ds2} > \rho_{ds1}$$

$$w_{opt3} < w_{opt2} < w_{opt1}$$

24

Zależność gęstości objętościowej ρ_{ds} i wilgotności optymalnej (w_{opt}) od energii zagęszczenia



25

Wymagane zagęszczenie nasypów w budownictwie wodno-melioracyjnym

wg. PN-B-12095 (Urządzenia wodno-melioracyjne, nasypy, wymagania i badania przy odbiorze)

Rodzaj gruntu	Zawartość frakcji > 2 mm [%]	Wymagane zagęszczenie		
		Korpusy zapór ziemnych	Korpusy wałów nowych	
			I, II klasa	III, IV klasa
Grunty spoisłe	0-10	$I_{sw} \geq 0.95$	$I_{sw} \geq 0.95$	$I_{sw} \geq 0.92$
	10-50	$I_{sw} \geq 0.92$	$I_{sw} \geq 0.92$	
Grunty niespoisłe	Piaski drobne	$I_{Dw} \geq 0.55$	$I_{Dw} \geq 0.70$	$I_{Dw} \geq 0.55$
	Piaski średnie	$I_{Dw} \geq 0.70$		
	Piaski grube i grunty gruboziarniste	$I_{Dw} \geq 0.65$	$I_{Dw} \geq 0.65$	

26

Związek pomiędzy stopniem zagęszczenia i wskaźnikiem zagęszczenia

$$I_s = 0,855 + 0,165I_D \quad \text{według S. Pisarczyka}$$

I_D	I_s	Stan zagęszczenia gruntu
0	0,86	grunt luźny
0,33	0,91	grunt luźny
0,67	0,97	grunt średnio zagęszczony
0,8	0,99	grunt bardzo zagęszczony
1	1,02	grunt bardzo zagęszczony

27

Podsumowanie

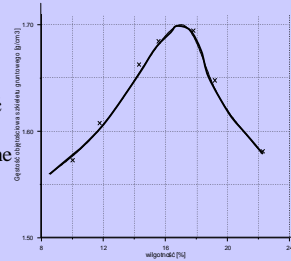
- Parametrami charakteryzującymi zagęszczenie gruntu są stopień zagęszczenia (I_D) i wskaźnik zagęszczenia (I_s).
- Stopień zagęszczenia stosuje się wyłącznie do **gruntów niespoistych**
- Wskaźnik zagęszczenia stosuje się do gruntów sztucznie zagęszczanych (np. wbudowywanych w nasyp), tę miarę zagęszczenia można stosować zarówno dla **gruntów sypkich**, jak i **gruntów spoistych**.
- Grunt można zagęszczać tylko wtedy, gdy w jego porach znajduje się powietrze.
- Przy określonej wilgotności najwyższa, możliwa do uzyskania wartość ρ_d wynosi ρ_{dSr} .
- Gdy grunt jest suchy ($w = 0$) najwyższa, możliwa do uzyskania wartość ρ_d wynosi ρ_s .

28

Zadanie 1

Wymagane zagęszczenie korpusu wału przeciwpowodziowego III klasy wynosi $I_s \approx 0.92$.

Wykorzystując podaną na rysunku krzywą zagęszczalności gruntu obliczyć jaka powinna być masa próbki gruntu o wilgotności 14% i objętości 200 cm^3 , aby jej zagęszczenie mogło zostać uznane za dostateczne.



Odpowiedź:

29

Zadanie 2

Warstwa piasku o miąższości 1,0 m i stopniu zagęszczenia $I_D = 0,20$ posiada następujące właściwości: $r_{dmin} = 1,44 \text{ g/cm}^3$, $r_{dmax} = 1,80 \text{ g/cm}^3$.

Obliczyć o ile zmniejszy się jej miąższość jeśli zagęszczenie wzrośnie do $I_D = 0,80$.

Wskazówka: Proszę rozpatrzyć warstwę o podstawie jednostkowej (np. 1,0 m²).

30